

1.7. Разработка конструкции детали и технологии производства отливки

Исходные данные: Деталь “Каток опорный” (см. рис. 1.16) представляет собой тело вращения с наибольшим диаметром 560 мм, имеет наружные выступы (реборды), внутренние полости, канавки и отверстия. Деталь испытывает при работе значительные контактные нагрузки, при этом особых требований по надежности к ней не предъявляется. Характер производства – мелкосерийный.

Заготовку для такой детали можно получить ковкой, литьем или сваркой из проката. Применениековки не оправдано, так как в данном случае нет особых требований к надежности и прочности детали. Сварная конструкция катка потребует выполнения сварных швов и большого объема механической обработки для заготовок. Себестоимость отливки будет существенно ниже себестоимости сварной конструкции.

1. Выбор способа получения отливки. Деталь “Каток опорный” является компактной, но получение цельнолитой заготовки невозможно, так как имеется замкнутая внутренняя полость. Необходима реконструкция детали: замена на сварнолитое изделие или назначение дополнительных выходных окон, закрываемых потом заглушками. Вариант получения цельнолитой заготовки будет наиболее экономичным

По габаритным размерам и массе отливка – средняя, а по форме имеет простую геометрическую форму, представляя собой цилиндр с двумя ребордами. Применение специальных видов литья в данном случае нецелесообразно, так как характер производства – мелкосерийный. Наиболее рациональный вариант – литье в песчаные формы как наиболее универсальное и дешевое. Формовка – ручная.

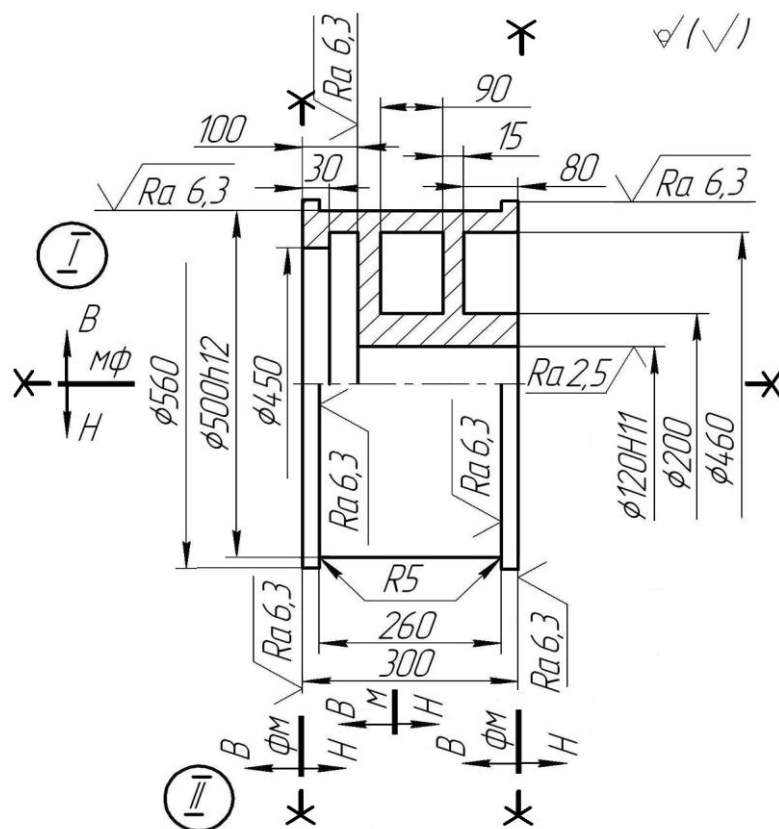


Рис. 1.16. Каток опорный (первоначальный вариант)

2. Выбор сплава и его характеристика. Исходя из заданных условий работы (большие контактные нагрузки) выбираем сталь 50Л ГОСТ 977-88. Сталь содержит 0,5 % углерода, по сравнению с малоуглеродистой сталью имеет более высокие литейные свойства. Механические свойства стали 50Л: $\sigma_b = 569$ МПа, $\sigma_{0,2} = 334$ МПа, $\delta = 11$ %, $KCU = 245$ кДж/м².

Сочетание высокой прочности и удовлетворительной пластичности обеспечит работоспособность детали и при циклических нагрузках, поэтому отливка должна относиться к третьей группе, а в технических требованиях на чертеже необходимо записать: *Отливка 3-й группы ГОСТ 977-88.*

3. Выбор положения отливки в форме. Положение отливки в форме определяет качество металла в различных зонах детали и устройство литейной формы. На рис. 1.16 условными знаками показано положение отливки в форме для двух возможных вариантов расположения оси вращения детали: горизонтальное (вариант I) и вертикальное (вариант II).

Вариант I гарантирует наиболее дешевое производство отливки, так как форма будет состоять из двух частей и потребуется только один разъем формы и модели, при этом обеспечивается удобство сборки формы и контроль установки стержней. Но при горизонтальном расположении в

верхней части ступицы и опорной поверхности катка могут быть шлаковые включения и пористость, что ведет к меньшей плотности металла. Возможна также разная толщина стенки отливки из-за "всплытия" стержня.

Вариант II обеспечивает повышение точности размеров из-за расположения отливки в одной части формы, наилучшее качество металла при вертикальном положении цилиндрических поверхностей ступицы и обода. При этом будет реализовано равномерное заполнение формы, выделение газов и всплывание неметаллических включений. Однако для извлечения модели из формы потребуется уже не один, а два разъема формы и модели. Формовка будет сложнее, а себестоимость отливки значительно выше.

Для данной детали необходимо выбрать менее технологичный вариант – вариант II, который обеспечивает более высокое качество детали и принцип направленного затвердения, что важно для стальных отливок.

При серийном производстве необходимо предусматривать машинную формовку, при которой назначают, как правило, один разъем формы и модели. В этом случае контуры обода катка диаметром 500 мм можно оформить с помощью наружного кольцеобразного стержня.

4. Анализ технологичности детали, изменение ее конструкции.

Анализ технологичности конструкции с представлением эскизов элементов детали до и после их изменения проводим с учетом основных рекомендаций разд. 1.3.

Внешние очертания детали. Конфигурация детали является нетехнологичной, так как для извлечения модели из формы требуется дополнительный разъем формы и модели, необходимость которого подтверждает проверка конфигурации детали по правилу теневого рельефа (рис. 1.17, а).

Применение наружного стержня вызовет существенное повышение себестоимости отливки. Более технологичным вариантом детали с одним разъемом формы и модели будет каток с одной ребордой (см. рис. 1.17, б). Но по условиям работы детали данный вариант неприемлем, поэтому надо сохранить внешние очертания отливки без изменения, т. е. нетехнологичными. Других внешних выступов, бобышек или проточек, препятствующих извлечению модели из формы, на детали нет.

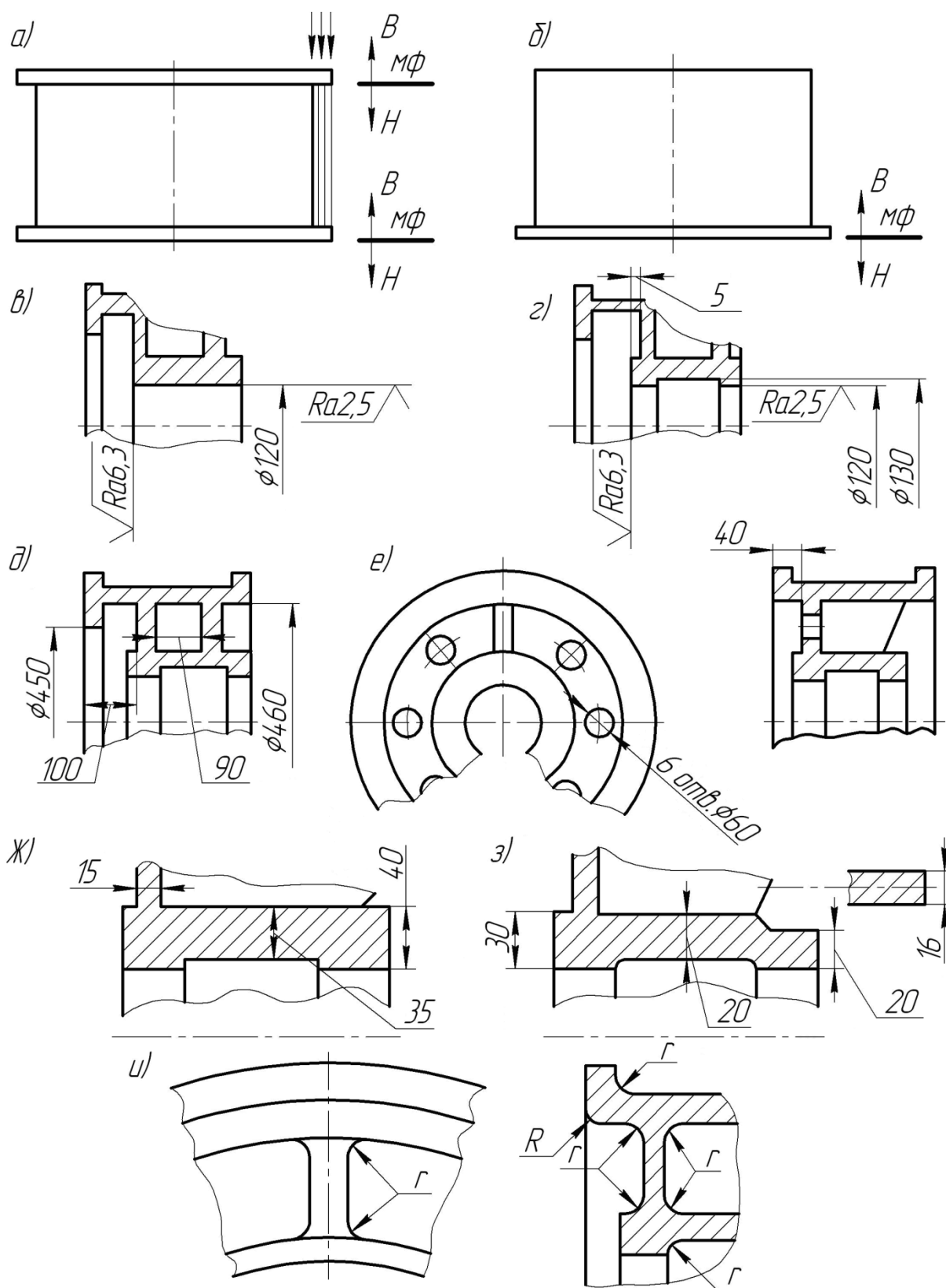


Рис. 1.17. Нетехнологичные (а, в, д, ж) и технологичные элементы детали (б, г, е, з, и)

Механическое торможение усадки из-за наличия двух реборд можно компенсировать увеличением податливости формовочных смесей.

Горизонтальные поверхности отливки располагаются в нижней части формы, поэтому для них не нужны конструктивные изменения.

На наружных вертикальных поверхностях, перпендикулярных плоскости разъема отливки предусматриваем литейные уклоны (см. рис. 1.18).

Объем механической обработки можно уменьшить, назначив выточку диаметром 130 мм на внутренней поверхности ступицы и поднутрение глубиной 5 мм на внутренней опорной поверхности, расположенной на глубине 100 мм от верхней поверхности детали (см. рис. 1.17, в, г).

Внутренние полости спроектированы нетехнологично, за исключением полости диаметром 130, которая является сравнительно короткой и имеет два выходных отверстия диаметром 120 мм, достаточных для закрепления стержня в форме.

Полость диаметром 460 мм и высотой 90 мм (см. рис. 1.17, д) замкнутая, следовательно, установить стержень в форме для ее получения невозможно. Эту полость можно сделать открытой, устранив одну из кольцевых стенок, а в другой предусмотреть шесть выходных отверстий диаметром 60 мм. Необходимую прочность детали можно обеспечить за счет шести радиальных ребер жесткости.

Полость диаметром 460 мм и глубиной 100 мм имеет буртик диаметром 450 мм, который не позволяет использовать болван при изготовлении формы и создает механическое торможение усадки. Данный буртик не является необходимым и может быть устранен в конструкции детали. Болван можно применить, если глубину полости уменьшить до 40 мм. Изменение конструкции полостей показано на рис. 1.17, д, е.

Толщина стенок на детали разная и выбрана без учета особенностей литейного производства. Поскольку минимально допустимая толщина стенки для данной отливки составляет 12 мм (см. табл. 1.4), толщина стенки 15 мм будет приемлемой.

Толщину стенки на ступице (40 мм) будет правильнее уменьшить до 20 мм, т. е. до толщины остальных элементов отливки. Условное ослабление ступицы компенсируется наличием ребер жесткости, толщину которых следует делать 16 мм, т. е. на 20 % тоньше стенки отливки. Реконструкцию ступицы иллюстрирует рис. 1.17, ж, з.

Скопления металла после внесенных изменений отсутствуют, так как толщина стенки на ободе постоянна, а на ступице возрастает снизу вверх с 20

до 30 мм (см. рис. 1.17, з), что соответствует принципу направленного затвердевания.

Сопряжения стенок на детали. Плавный переход от стенки к стенке обеспечивают внутренними радиусами r и наружными R , которые при отношении толщин $20/16 = 1,25$ радиусы сопряжения (рис. 4.2, и) составят

$$r = (0,2-0,3)(t_1 + t_2)/2 = (0,2-0,3)(20 + 16)/2 = 3-6 \text{ мм},$$

$$R = r + (t_1+t_2)/2 = (3-6) + 20 = 23-26 \text{ мм}.$$

Значения радиусов сопряжений выбирают из нормального ряда радиусов: $r = 5$ мм и $R = 25$ мм.

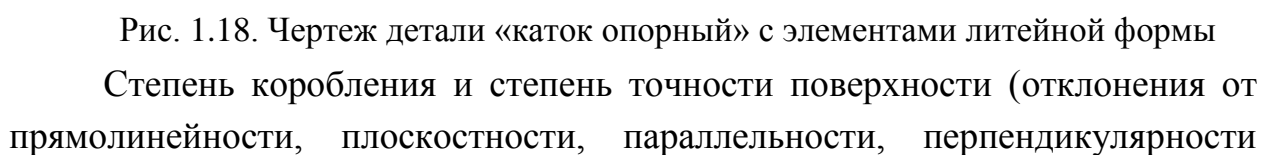
5. Разработка чертежа технологичной детали. Нанесение на него элементов литейной формы. В результате анализа технологичности конструкции выполняется новый чертеж детали, на копию которого наносят элементы литейной формы (рис. 1.18): положение отливки в форме, разъемы формы и модели; припуски на механическую обработку; литейные уклоны; конфигурация стержней; направление каналов для вывода газов; разъемы стержневых ящиков и направление их набивки; элементы литниковой системы и др.

Элементы литейной формы и отливки выполняют в соответствии с ГОСТ 3.1125-88 (см. табл. 1.5).

На чертеже указывают технические требования:

1. Отливка 3-й группы ГОСТ 977-85.
2. Точность отливки 11 – 0 – 0 – 11 ГОСТ Р 53464-2009.
3. H14; h14; $\pm \frac{IT14}{2}$.
4. Неуказанные радиусы внутренних сопряжений $r = 5$ мм.

6. Расчет размеров отливки, модели, стержневых ящиков. Для назначения припусков на механическую обработку установлен 11-й класс точности размеров отливки и 11-й класс точности массы согласно ГОСТ Р 53464-2009. Класс размерной точности определен для способа получения стальных отливок в разовых песчаных формах из низко-влажных (до 2,8 %) высокопрочных смесей (свыше 16 кПа) с высоким и однородным уплотнением до твердости не ниже 90 единиц (см. табл. 1.6).



Степень коробления и степень точности поверхности (отклонения от
линейности, плоскостности, параллельности, перпендикулярности

заданного профиля) можно не нормировать, так как для данной детали нет особых требований к этим параметрам точности.

Расчет размеров отливки, модели и стержневых ящиков удобнее вести в табличной форме (табл. 1.11). Размеры детали предпочтительнее записывать в порядке убывания и группировать их по базам.

Допуски размеров определены по 11-му классу точности (см. табл. 1.7). Так как допуски формы и расположения обработанных поверхностей детали не нормированы, их суммарное значение принимают равным 50 % допуска размера от базы до обработанной поверхности детали.

Общие допуски $\Delta_{\text{общ}}$ элементов поверхности отливок, учитывающие совместное влияние допуска размера от поверхности до базы, допусков формы и расположения поверхностей, определены по табл. 1.12 (табл. И1 приложения И ГОСТ Р 53464-2009).

Для нижних и боковых поверхностей отливки припуски на механическую обработку назначены по 8-му ряду, для верхних поверхностей – по 9-му ряду.

Для обрабатываемых размеров отливки общий припуск $Z_{\text{общ}}$ определен по половинным значениям общих допусков ($\Delta_{\text{общ}} / 2$), так как отливка является телом вращения, а торцевые поверхности можно использовать в качестве взаимных баз при их обработке (см. разд. 1.4).

Значения припусков $Z_{\text{общ}}$, приведенные в таблице 1.13 соответствуют чистовой механической обработке при среднем уровне точности обработки (см. табл. 6 и приложение Ж ГОСТ Р 53464-2009).

На чертеже детали с элементами литейной формы (см. рис. 1.18) приведены припуски на механическую обработку и предельные отклонения размеров (симметричные и асимметричные) необрабатываемых поверхностей. На обрабатываемой поверхности, от которой задано несколько размеров, указано только одно (наибольшее) значение припуска.

После вычерчивания и обозначения на чертеже детали припусков на механическую обработку размеры и конфигурация отливки определены окончательно (контуры отливки на рис. 1.18 указаны тонкими линиями).

Таблица 1.11

**Сводная таблица размеров детали, отливки, модели
и стержневых ящиков, мм**

Разме	Допуск	Допус	Общ	Припуск	Размер	Припу	Разме	Разме
-------	--------	-------	-----	---------	--------	-------	-------	-------

р детал и	линейны х размеров , Δ	к формы и распол ожени я	ий допу ск, $\Delta_{\text{общ}}$	на механиче скую обработк у, $Z_{\text{общ}}$	отливки	ск на усадк у	р модел и	р стерж невог о ящика
300	6,4	3,2	8	+5,5 +5,3	310,8±3	6,2	317	314
260	6,4	3,2	8	−5,5 −5,3	249,2±3	5	254	
240	5,6	2,9	8	+5,5 +5,3	250,8±3	5		256
20	3,2	1,6	3,6	+5,5 +5,5	31±1,6	0,6	31,6	
20	3,2	1,6	3,6	+5,3 +5,3	30,6±1,6	0,6	31,2	
20	3,2				20±1,6	0,4		
40	3,6	1,8	5	+5,5 −5,5	40±1,6	0,8	40,8	
40	3,6			+5,5	45,5±1,6	0,9	46,4	
45	3,6			+5,5	50,5±1,6	0,9	51,4	
140	5				140 _{−5}	2,8		143
16	2,8				16±1,4	0,3		16,3
240	5,6	2,8	8	+5,3	245,3 _{−6}	4,9		250
50	4	2,0	5	+5,3	55,3 ⁺⁴	1,1		56,5
100	5	2,5	6,4	+5,3	105,3 ⁺⁵	2		107
Ø560	7	3,5	9	+6 +6	Ø572±3,5	11,6	Ø584	
Ø500	7	3,5	9	+6 +6	Ø512±3,5	10	Ø522	
Ø120	5	2,5	6,4	−4,3 −4,3	Ø111,4±2,5	2	Ø116	Ø113
Ø130	5				Ø130±2,5	2,6		Ø133
Ø160	5				Ø160±2,5	3,2		Ø163
Ø170	5,6				Ø170±3	3,6	Ø174	Ø174
Ø460	7				Ø460 ⁺⁴ _{−3}	9	Ø469	
Ø350	6,4				Ø350±3	7	Ø357	Ø357
Ø60	4				Ø60 ⁺⁴	1	Ø63,6	Ø61

Примечание: 1. Величина общего допуска $\Delta_{\text{общ}}$, выделенная курсивом, не влияет на величину припуска. На обрабатываемой поверхности указано только одно (наибольшее) значение припуска.

2. Размеры модели и стержневых ящиков превышают размеры отливки на величину припуска на усадку (для стали – 2 %).

3. Размеры знаковых частей модели определены с учетом зазора между стержнем и формой (1,3 мм) (см. табл. 11 ГОСТ 3212–92).

Таблица 1.12

Общий допуск элементов поверхности отливки

Допуск размера от поверхности до базы	Допуск формы и расположения поверхности	Общий допуск элемента отливки, не более
Св. 3,20 до 4,00 включ.	Св. 1,00 до 1,60	4,40
	1,60–2,40	5,00
Св. 4,00 до 5,00 включ.	Св. 1,20 до 2,40	5,60
	2,40–3,20	6,40
Св. 5,00 до 6,40 включ.	2,40–4,00	8,00
	4,00–5,00	9,00
Св. 6,40 до 8,00 включ.	Св. 2,00 до 4,00	9,00
	4,00–5,00	10,00

Таблица 1.13

Припуск на механическую обработку

Общий допуск элемента поверхности, мм	Вид окончательной механической обработки	Общий припуск на сторону, мм, не более, для ряда припуска отливки				
		5	6	7	8	9
Св. 3,60 до 4,00	Чистовая	4,6	4,8	4,9	5,3	5,5
Св. 4,00 до 4,40	Чистовая	4,9	5,0	5,1	5,4	5,8
Св. 4,40 до 5,00	Чистовая	5,4	5,6	5,3	6,0	6,3

Формовочные уклоны на отливке будут соответствовать уклонам на модели (0°25', 0°45' и 1°05') (см. раздел 1.5).

7. Разработка конструкции стержневых ящиков. Деталь (см. рис. 1.18) имеет центральное отверстие и две кольцевые полости с наружным диаметром 460 мм. Верхнюю полость глубиной 40 мм можно получить без стержня за счет болвана. Для нижней полости глубиной 240 мм и шириной 145 мм использование болвана невозможно ($240/145 > 0,5$), поэтому необходимо предусмотреть стержень (Ст. 1). Центральное отверстие диаметром 120 мм можно получить только с помощью стержня (Ст. 2).

Высота нижних знаков стержней согласно табл. 1.8 составит 40 мм, а верхних – 20 мм. Для удобства сборки стержней знак стержня *Ст. 2* лучше продлить до границы *Ст. 1*. Формовочные уклоны на нижних знаках составят 7°, а на верхних 10°. Размеры и уклоны проставляют на чертеже детали с элементами литейной формы (масштаб рис. 1.18 не позволяет полностью это выполнить). Для точной фиксации стержня *Ст. 1* в форме на конической поверхности нижнего знака выполнен плоский срез (лыска).

Стержневой ящика (см. рис. 1.19), выполненный из пиломатериалов хвойных пород, состоит из основания 1, на котором установлены внутренний вкладыш 2, разъемный вкладыш 3 и шесть пластин 4, которые при сборке вставляются в пазы. Половинки вкладыша 3 перед сборкой фиксируются между собой шипами 5. Вкладыш 6 при установке в корпус 7 фиксируют шипами с вкладышем 3.

При изготовлении стержня собранный ящик очищают от пыли, засыпают и утрамбовывают стержневую смесь слоем 50–70 мм. Затем устанавливают внутрь ящика армирующий каркас для повышения прочности стержня и заполняют всю полость ящика стержневой смесью с промежуточной трамбовкой. Для обеспечения отвода газов из стержня душником накалывают газоотводные каналы.

Перед сушкой стержня из ящика извлекают вкладыш 6. Затем ящик накрывают сушильной плитой и переворачивают. Поднимают основание 1, корпус 7 и вкладыш 2, отводят в стороны половинки вкладыша 3 и извлекают пластины 4. Готовый стержень после устранения некоторых дефектов, связанных с осыпанием смеси, направляют на плите в сушильную печь, а после сушки покрывают противопожарной краской.

Стержневой ящик для стержня *Ст. 2* (см. рис. 1.19) будет иметь один разъем, проходящий через ось симметрии. Половинки стержня, которые склеивают после сушки, удобнее изготавливать в вытряхном ящике.

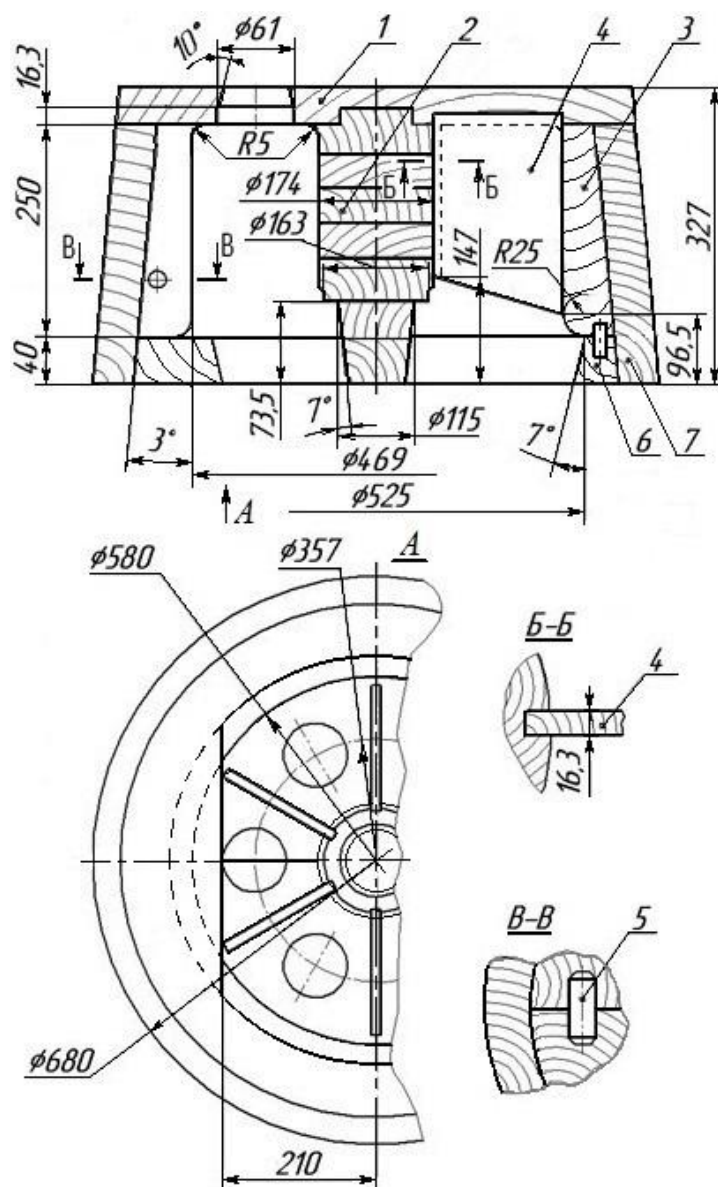


Рис. 1.19. Стержневой ящик

Размеры стержневых ящиков, соответствующие размерам полостей отливки с учетом линейной усадки, определены в табл. 1.11. Толщина стенок ящиков назначается конструктивно. Предельные отклонения размеров соответствуют 6-му классу точности модельного комплекта (см. табл. 15 ГОСТ 3212–92).

8. Проектирование модели. Модель (рис. 1.20) состоит из двух частей 1 и 3, которые фиксируются друг с другом двумя шипами 2. Знаковая часть 4, служащая для получения в форме установочной лунки под стержень, зафиксирована на модели при помощи шипов 5.

Модель выполнена из хвойных пиломатериалов (доски, бруски). Доски располагают послойно вдоль и поперек волокон, сплачивают, склеивают, а затем модель обрабатывают на станках. Для уменьшения веса и экономии

пиломатериалов модель может быть пустотелой. После обработки модель грунтуют, шпаклюют, зачищают шлифовальной бумагой и окрашивают в серый цвет, а знаковые части – в черный.

Размеры модели определены с учетом линейной усадки сплава. Знаковые части выполнены с учетом требуемых зазоров (1,3 мм) между формой и знаками стержней. Допуски на размеры соответствуют 6-му классу точности модельного комплекта.

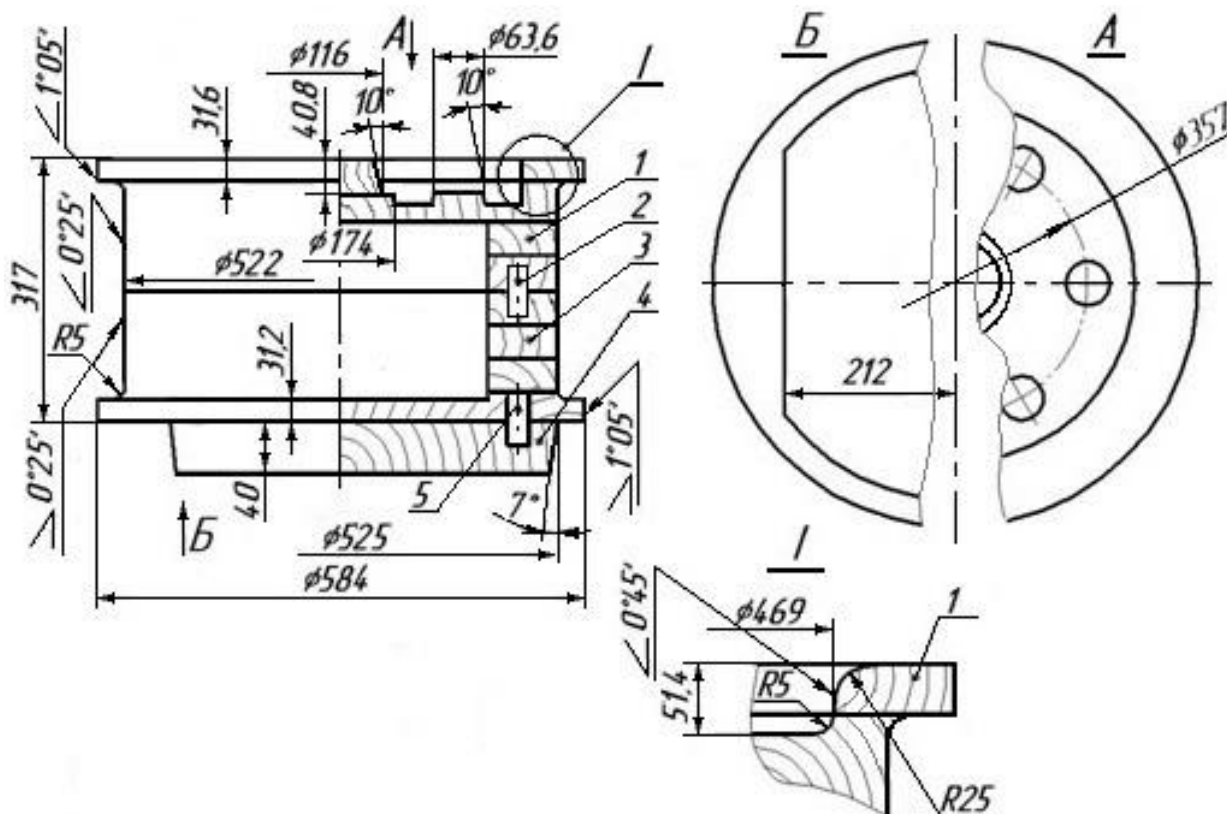


Рис. 1.20. Модель

9. Выбор способа подвода металла. Расчет литниковой системы.

Литейная форма имеет две плоскости разъема. Для исключения размыва формы подвод металла лучше осуществлять снизу (сифоном) через два питателя. Поток металла на выходе из стояка в шлакоуловитель делится пополам и далее через нижние питатели выходит в форму. Элементы литниковой системы указаны на чертеже детали (см. рис. 1.18).

Расчет литниковой системы проводим без учета верхних питателей, так как дополнительный подвод металла в верхней плоскости разъема можно не выполнять из-за небольшой высоты отливки ($308 < 600-800$ мм). Холодильники не предусматриваются.

Во избежание усадочных раковин следует предусмотреть три прибыли на ободке (*прибыль № 1*) и две на ступице (*прибыль № 2*). Прибыли – открытые, поэтому выпоры не требуются. Диаметры окружностей, вписанных в подприбыльную часть, составят:

$$d_1 = (584 - 469 - 50)/2 = 32,5 \text{ мм}; \quad d_2 = (174 - 116)/2 = 29 \text{ мм}.$$

Толщина прибылей у основания t_1 и t_2 и их высота h_1 и h_2 будут равны:

$$t_1 = 1,4d_1 = 1,4 \cdot 32,5 = 46 \text{ мм}, \quad t_2 = 1,4d_2 = 1,4 \cdot 29 = 40 \text{ мм},$$

$$h_1 = 1,6t_1 = 1,6 \cdot 46 = 74 \text{ мм}, \quad h_2 = 1,6t_2 = 1,6 \cdot 40 = 64 \text{ мм}.$$

Фактическая высота прибылей $h_1 = 100$ мм и $h_2 = 140$ мм, поскольку выбираются стандартные опоки. Длину прибылей определяем из условия, что их протяженность составляет 50 % периметра (средней окружности) питаемого элемента:

$$L_1 = 0,5 \cdot (572 + 460)/2 = 2,6 \text{ дм}; \quad L_2 = 0,5 \cdot (170 + 111)/2 = 0,7 \text{ дм}.$$

Объем и масса прибылей без учета конусности составят

$$V_{\text{пр}} = V_{\text{пр1}} + V_{\text{пр2}} = 0,46 \cdot 2,6 \cdot 1,0 + 0,4 \cdot 0,7 \cdot 1,4 = 1,6 \text{ дм}^3;$$

$$M_{\text{пр}} = \rho V_{\text{пр}} = 7,85 \cdot 1,6 \approx 12,6 \text{ кг}.$$

Для расчета поперечных сечений литниковой системы найдем объем $V_{\text{отл}}$ и массу отливки $M_{\text{отл}}$. Объем отливки определим как сумму объемов полых цилиндров с наружными диаметрами 512 мм (V_1) и 170 мм (V_2), колец диаметром 572 мм (V_3) и 460 мм (V_4), шести ребер жесткости (V_5) с учетом объема шести отверстий (V_6):

$$\begin{aligned} V_{\text{отл}} = & V_1 + V_2 + 2V_3 + V_4 + 6V_5 - 6V_6 = 3,14 [3,10 \cdot (5,12^2 - 4,6^2) + 1,4 \cdot (1,7^2 - 1,3^2) + \\ & 2 \cdot 0,45 \cdot (1,7^2 - 1,11^2) + 2 \cdot 0,31 \cdot (5,72^2 - 5,12^2) + 0,16 \cdot (4,6^2 - 1,7^2) - \\ & - 6 \cdot 0,6^2 \cdot 0,16] / 4 + 6 \cdot 0,16 \cdot 1,45 \cdot (1,9 + 1,4) / 2 \approx 23,1 \text{ дм}^3. \end{aligned}$$

$$M_{\text{отл}} = \rho V_{\text{отл}} = 7,85 \cdot 23,1 = 181 \text{ кг},$$

где $\rho = 7,85 \text{ кг/дм}^3$ – плотность стали.

Массу литников $M_{\text{л}}$ для отливок массой от 100 до 1000 кг можно принять равной 8% от массы отливки: $M_{\text{л}} = 0,08 \cdot 181 = 14,5 \text{ кг}$.

Масса сплава, заливаемого в форму,

$$M = M_{\text{отл}} + M_{\text{пр}} + M_{\text{л}} = 181 + 12,6 + 14,5 = 208 \text{ кг}.$$

Время заливки металла в форму: $\tau = s \sqrt[3]{t \cdot M} = 1,5 \sqrt[3]{24,5 \cdot 208} \approx 26 \text{ с}$,

где s – коэффициент, учитывающий жидкотекучесть сплава и размеры отливки (для чугуна $s = 1,7$ – 2 , для стали $s = 1,3$ – $1,8$, для алюминиевых сплавов $s = 1,7$ – $2,4$); t – толщина стенки отливки, наиболее удаленная от

питателей и находящаяся в неблагоприятных с точки зрения заливки условиях.

Для средней по массе стальной отливки с нормальной температурой сплава и подводом металла снизу в тонкие стенки отливки $s = 1,5$;

$$t = (160 - 111)/2 = 24,5 \text{ мм.}$$

Средняя скорость подъема уровня металла в форме при высоте $H = 410$ мм отливки с прибылью $v = H / \tau = 410 / 26 = 15,8$ мм/с, что для данной отливки приемлемо. Допустимая скорость подъема металла в полости литейной формы для стальных и чугунных отливок составляет соответственно 8–20 мм/с и 10–100 мм/с (большие значения относятся к тонким стенкам).

Общая площадь питателей при заливке из поворотного ковша

$$\begin{aligned} \Sigma F_{\text{п}} &= 1000 \cdot M / (\mu \cdot \tau \cdot \rho_{\text{ж}} \sqrt{1962 \cdot H_{\text{ср}}}) = \\ &= 1000 \cdot 208 / (0,38 \cdot 26 \cdot 7,4 \cdot \sqrt{1962 \cdot 25,9}) \approx 12,6 \text{ см}^2, \end{aligned}$$

где μ – коэффициент сопротивления литниковой системы сухой формы (для чугуна $\mu = 0,6$ или $0,43$; для стали $\mu = 0,5$ или $0,38$ соответственно при одном или двух поворотах струи на 90°); $\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкого металла (для серого чугуна $\rho_{\text{ж}} = 6,8\text{--}7,2$ г/см³, для стали – $7,4$ г/см³);

$H_{\text{ср}} = H_{\text{ст}} - H^2 / 2H_{\text{отл}}$ – средний гидростатический напор, см; $H_{\text{ст}} = 41,7$ см – высота стояка, $H = 31,7$ см – высота сифонного подъема металла, $H_{\text{отл}} = 31,7$ см – высота отливки (см. рис. 1.14 и рис. 1.21).

Площади поперечного сечения шлакоуловителя $F_{\text{шл}}$ и стояка $F_{\text{ст}}$ находят из соотношения $\Sigma F_{\text{п}} : \Sigma F_{\text{шл}} : F_{\text{ст}} = 1,0 : 1,1 : 1,2$.

$$\text{Тогда } \Sigma F_{\text{шл}} = 1,1 \cdot \Sigma F_{\text{п}} = 13,9 \text{ см}^2, F_{\text{ст}} = 1,2 \cdot \Sigma F_{\text{п}} = 15,1 \text{ см}^2.$$

Сечение питателя представляет собой трапецию высотой $h_{\text{п}}$ со сторонами $a_{\text{п}}$ и $b_{\text{п}}$, которые связаны соотношениями

$$b_{\text{п}} = 0,8a_{\text{п}}, h_{\text{п}} = (0,3\text{--}0,8)a_{\text{п}} \leq t_{\text{мин}};$$

где $t_{\text{мин}} = 20$ мм – минимальная толщина стенки отливки.

$$F_{\text{п}} = \Sigma F_{\text{п}} / 2 = h_{\text{п}} (a_{\text{п}} + b_{\text{п}}) / 2 = 0,5a_{\text{п}} (a_{\text{п}} + 0,8a_{\text{п}}) / 2;$$

$$1260/2 = 0,5a_{\text{п}} (a_{\text{п}} + 0,8a_{\text{п}}) / 2; a_{\text{п}} = 40 \text{ мм}; b_{\text{п}} = 32 \text{ мм}; h_{\text{п}} = 18 \text{ мм.}$$

Размеры сторон и высоты шлакоуловителя находят аналогично:

$$b_{\text{шл}} = 0,8a_{\text{шл}}, h_{\text{шл}} = (1\text{--}1,4)a_{\text{шл}}$$

$$F_{\text{шл}} = \Sigma F_{\text{шл}} / 2 = h_{\text{шл}} (a_{\text{шл}} + b_{\text{шл}}) / 2 = a_{\text{шл}} (a_{\text{шл}} + 0,8a_{\text{шл}}) / 2;$$

$$a_{\text{шл}} = 28 \text{ мм}, b_{\text{шл}} = 22 \text{ мм}, h_{\text{шл}} = 28 \text{ мм.}$$

Диаметр стояка в нижней части $d_{\text{ст}} = 1,13\sqrt{F_{\text{ст}}} = 1,13\sqrt{1510} \approx 44$ мм, в верхней – на 20 % больше.

10. Устройство и последовательность изготовления литейной формы.

Габариты опок определяют по размерам моделей и наименьшей толщине слоя формовочной смеси между стенкой опоки и моделью (70 мм), между шлакоуловителем и моделью (60 мм), между моделью и верхом формы (100 мм), между моделью и низом формы (120 мм). Ширина опоки $B = 584 + 2 \cdot 70 = 724$ мм. Длина опоки $L = 584 + 2 \cdot 70 + 60 + 28 = 812$ мм. Выбираем ближайшие большие стандартные размеры 800 и 1000 мм. Для изображения перехода верхнего питателя из одной опоки в другую высоту средней опоки устанавливаем равной высоте модели (317 мм), высоту нижней и верхней опок – 150 мм и 100 мм соответственно (см. табл. 1.10). В реальных условиях высота средней опоки может соответствовать стандартному размеру (300 мм) за счет смещения плоскости разъема формы и модели на 17 мм вниз.

При изготовлении литейной формы (см. рис. 1.21) на модельную плиту устанавливают опоку 1, знаковую часть модели (см. рис. 1.20) и модели питателей. Опоку заполняют формовочной смесью 2 и уплотняют трамбовкой. Излишки формовочной смеси срезают рейкой вровень с кромкой опоки. Специальной иглой (душником) делают наколы для улучшения газопроницаемости смеси. После переворота опоки 1 на 180° на знаковой части модели фиксируют модель отливки, устанавливают модели шлакоуловителя и стояка. Опоку 3 фиксируют на опоке 1 центрирующими штырями. Плоскость разъема формы присыпают разделительной смесью (сухой молотый песок). Среднюю полуформу изготавливают аналогично нижней, срезают излишек смеси, накалывают вентиляционные каналы, прорезают смесь и устанавливают нижние части моделей питателей, разъем формы присыпают разделительной смесью. На опоку 3 по штырям устанавливают опоку 4, верхние части моделей питателей и стояка, модели шлакоуловителя, прибылей и заливочной воронки. Опоку заполняют формовочной смесью, утрамбовывают и выполняют наколы.

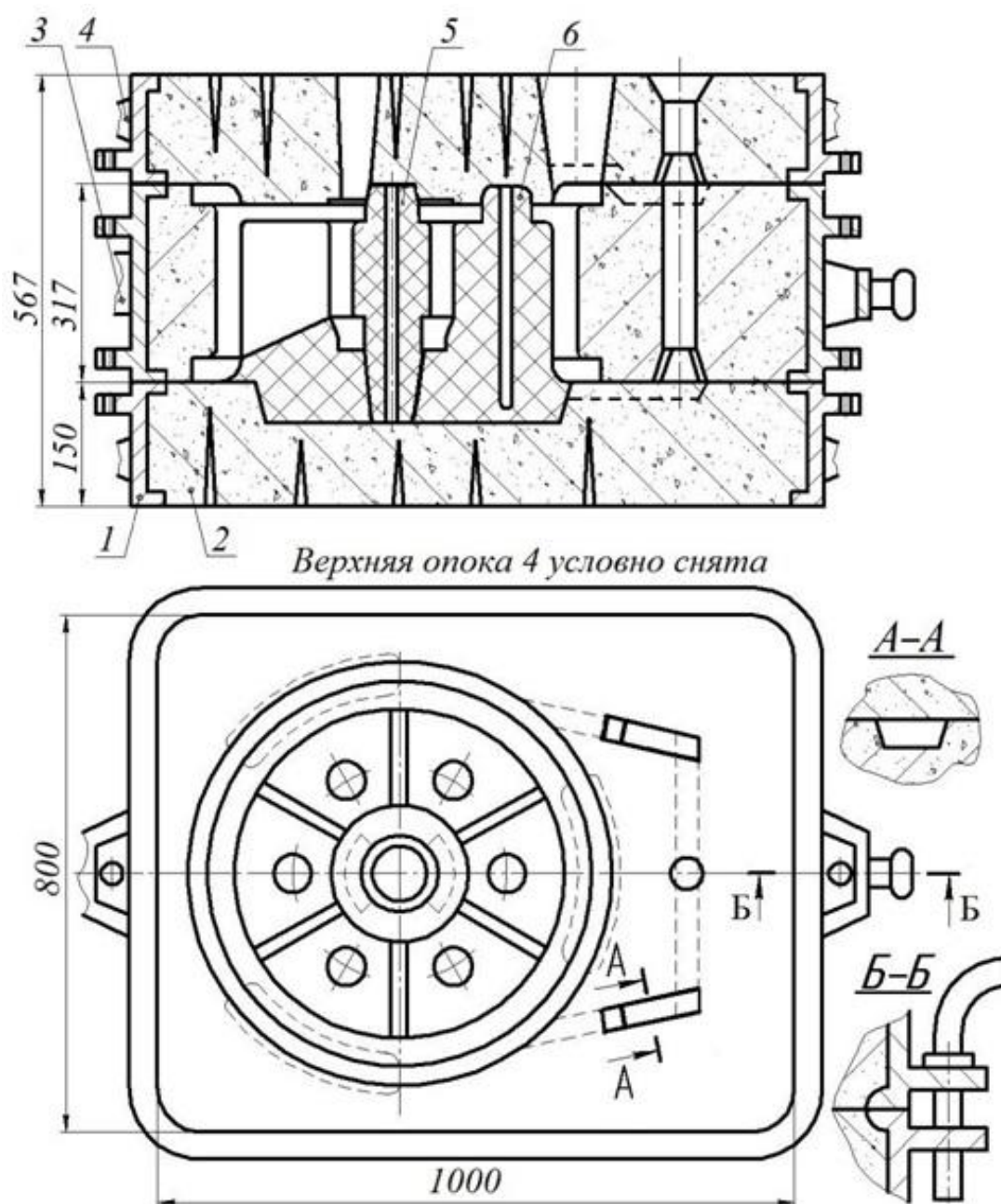


Рис. 1.21. Форма литейная

Извлечение моделей из формы производят после удаления моделей заливочной воронки, верхней части стояка и прибылей, подъема и переворота опоки 4. Из опоки 3 удаляют верхнюю часть модели отливки, модели стояка и питателей. После подъема и переворота опоки 3 извлекают нижнюю часть модели отливки и модель шлакоуловителя. Из опоки 1 удаляют знаковую часть модели отливки и модели питателей. Затем форму очищают от случайно осыпавшейся смеси и покрывают противопригарным составом. При сборке формы в нижнюю опоку 1 устанавливают стержни 6 и 5. После установки и фиксации опок 3 и 4 полуформы скрепляют болтами или скобами.

В готовые формы заливают сплав. После охлаждения отливок формы разрушают и производят выбивку песчаных стержней. Для отделения от отливок элементов литниковой системы применяют пневматические зубила, ленточные и дисковые пилы, абразивную и газокислородную резку. Очистку отливок от пригара, остатков стержней и формовочной смеси производят галтовкой во вращающихся барабанах, в дробеметных и гидроабразивных установках, зачисткой абразивными кругами, в расплавах щелочей (электрохимическая очистка) и т. д.